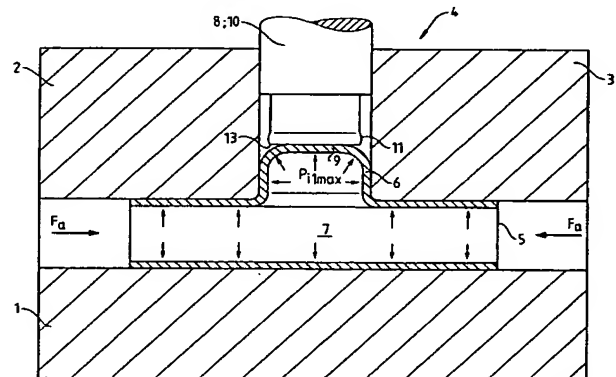




(10) **DE 195 30 056 B4 2004.09.09**

# Patentschrift

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B21D 26/02**



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem metallischen Rohrabchnitt in einem Umformwerkzeug hergestellten T-förmigen bzw. mit mindestens einer domartigen, von einem Gegenhalter abgestützten Abzweigung versehenen Hohlkörpers.

## Stand der Technik

[0002] Ein solches Innenhochdruck-Umformverfahren ist aus der DE -Z: Blech Rohre Profile 35 (1988) 3, "Aufweitstauchen von Rohren durch Innenhochdruckumformung", Seiten 175ff, bekannt. Demnach wird in drei Grundverfahren unterschieden: das partielle Ausbauchen im geschlossenen Werkzeug, das rotationssymmetrische Aufweiten im geschlossenen Werkzeug und das rotationssymmetrische Aufweitstauchen im geöffneten Werkzeug. Wie bekannt, wird beim Innenhochdruck-Umformverfahren ein Rohrabchnitt, z.B. aus Stahl oder Kupfer, in ein mehrteiliges Innenhochdruck-Umformwerkzeug ohne feste Innenmatrize mit Umformstößeln und einer Innenhochdruckquelle eingelegt. Nach dem Verschließen der Enden des Rohrabchnitts durch die Umformstößel wird der Rohrabchnitt mit Hilfe eines geeigneten Druckmittels aufgeweitet und dabei gegen die endgültige Form des Hohlkörpers aufweisende Innenwandung des Umformwerkzeugs gelegt.

[0003] Bei der Herstellung von T-förmigen bzw. mindestens eine domartige Abzweigung aufweisenden Hohlkörpern wirkt gegen den sich in dem entsprechend ausgelegten Umformwerkzeug unter dem anstehenden Innendruck ausbildenden, die Abzweigung bzw. die T-Form des Hohlkörpers definierenden, aus dem eingelegten Rohrabchnitt ausgeformten Dom ein Gegenhalter, der das Aufhalsen des Domes in der für das Fertigstück gewünschten Abmessung nach oben hin begrenzt. Das auf diese Weise mit mindestens einem Dom ausgebildete Formstück bzw. der fertige Hohlkörper muß nach der Innenhochdruck-Umformung aus dem Werkzeug entnommen werden. Danach ist es in zusätzlichen Arbeitsgängen erforderlich, die Kappe des Doms bzw. der Abzweigung abzutrennen (z.B. durch Plasma- oder Laserschneiden oder Sägen) und schließlich eine Kantenbearbeitung entlang der Trennstelle vorzunehmen.

## Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit denen sich T-Stücke bzw. mindestens eine Abzweigung aufweisende Hohlkörper (Fertigstücke) einfacher und insbesondere mit erheblich verringertem Aufwand herstellen lassen.

[0005] Diese Aufgabe wird in verfahrensmäßiger

Hinsicht dadurch gelöst, daß durch den Gegenhalter bei gegenüber dem maximalen Fertigungs-Innendruck erhöhtem Innendruck die Domkappe ausgestanzt wird. Der Erfindung liegt hierbei die Überlegung zugrunde, den üblicherweise nur der Abstützung des Doms dienenden Gegenhalter bzw. -stempel gleichzeitig auch zum Ausstanzen der Domkappe zu verwenden. Ein zusätzlicher Arbeitsgang ist nicht mehr notwendig, denn das Ausstanzen der Domkappe findet sogleich in dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug statt, das nach dem Aufweit-Stauchvorgang auch nicht geöffnet wird.

[0006] Ein gleichzeitig dem Ausstanzen dienender Gegenhalter muß eine Schneidkante aufweisen. Das würde bei der Innenhochdruck-Umformung aber zwangsläufig zu einem unerwünschten Einschneiden des sich unter dem Innendruck aufhalsenden Doms führen, so daß ein Gegenhalter als gleichzeitiges Stanzwerkzeug eigentlich ausscheidet. Die Erfindung schafft hier aber in überraschend einfacher Weise dadurch Abhilfe, daß das Ausstanzen bei einem gegenüber dem maximalen Fertigungs-Innendruck erhöhtem Innendruck, beispielsweise 800 bar statt 700 bar Fertigungs-Innendruck, durchgeführt wird. Es liegt hierbei die Erkenntnis zugrunde, daß sich beim Aufhalsen des Doms aufgrund der Fließeigenschaften des Materials eine ganz bestimmte Dom-Konfiguration ergibt, und zwar bildet sich in einem Übergangsbereich, nämlich benachbart zu der den Dom oben abschließenden, von dem Gegenhalter abgestützten, im wesentlichen horizontalen Stirnfläche der Domkappe ein Radius aus. Diese der Domkappe somit nicht in deren Übergangsradius anliegende Fläche wird daher nachfolgend als aktive Stützfläche bezeichnet, unter der folglich nur derjenige Stirnflächenabschnitt des Gegenhalters verstanden wird, der während der Gegenhalterfunktion unmittelbar zur Anlage an die Domkappe gelangt. Indem der maximale Fertigungs-Innendruck niedriger als der Innendruck beim Ausstanzen ist, gelangt die zu der Domkappe beim Aufhalsen des Doms im Abstand konzentrisch angeordnete Schneidkante erst dann in Kontakt mit dem Material des Doms, nämlich im Bereich des Übergangsradius, wenn der erhöhte Innendruck eingestellt worden ist. Die Druckmittelzufuhr ist an eine entsprechend steuerbare Druckmittelquelle angeschlossen. Erst der höhere Innendruck bringt nämlich das Material des Dom-Übergangsradius, das sich bis unter die Schneidkante verteilt bzw. ausbreitet, in Kontakt mit der Schneidkante. Aufgrund des unter die Schneidkante fließenden Materials verkleinert sich der Übergangsradius, wobei die Schneidkante des Gegenhalters in den Dom eindringt, die die Domkappe zunächst einschneidet und dann bei weiterer Beaufschlagung des an ein Vorschubmittel angeschlossenen Gegenhalters völlig aus dem Dom ausstanzt.

[0007] Das vorbeschriebene Ausstanzen der Domkappe unterscheidet sich somit wesentlich von dem beim Innenhochdruck-Umformverfahren bekannten

(vgl. DE 43 22 063 C1) radialen Ausstanzen von Durchbrüchen in die Wandung eines fertigen Hohlkörpers. Abgesehen davon, daß die bekannten Ausstanzverfahren zusätzliche Stützstößel mit besonders gestalteten Formwerkzeugen oder separat arbeitende Lochstempel erfordern, sind diese Ausstanzen bisher stets nur in der zylindrischen Wandung des Rohrabchnitts vorgenommen worden.

[0008] Ein mit dem vorbeschriebenen Ausstanzen von Lochungen in die Wandung eines unter Innenhochdruck stehenden Hohlkörpers vergleichbares Verfahren ist durch die DE 15 52 122 B bekanntgeworden. Damit beim gleichzeitigen Ausstanzen von mehreren Lochungen ein Druckabfall der Arbeitsflüssigkeit aufgrund von nicht zeitgleich ausgebildeten Öffnungen vermieden und folglich eine gleichzeitige Durchtrennung aller Durchbrechungsflächen der Mehrfachlochungen erreicht wird, werden die dort zur Lochung eingesetzten Stützstempel bezüglich der unterschiedlichen Scherwiderstände aller abzutrennenden Werkstückabschnitte auf ausgleichende Werte eingestellt, d.h. mit unterschiedlicher Stützkraft beaufschlagt.

[0009] Wiederum zum Ausstanzen von Durchbrüchen in die Wandung eines durch Innenhochdruckumformung hergestellten Hohlkörpers ist es aus der DE 40 35 625 A1 bekannt, die Werkzeugteile des Umformwerkzeuges an den für eine Lochung vorgesehenen Stellen mit einem Hohlraum auszubilden, dessen dem Hohlkörper zugewandter Rand als umlaufende Schnittkante ausgebildet ist. Bei bis zum maximalen Fertigungsdruck zunehmendem Innendruck fließt das Wandmaterial in den Hohlraum und wird von dessen Schneidkante eingeschnitten und damit aus der Wandung herausgetrennt. Ein von der Werkzeugseite her in jeden Hohlraum eintauchender Stößel stützt das sich in den Hohlraum aufweitende Wandungsmaterial ab und dient gleichzeitig dann als Auswerfer, wenn sich die abgetrennte Durchbrechungsfläche in dem Hohlraum verklemmen sollte.

[0010] Eine bevorzugte Ausgestaltung des Erfindung sieht vor, daß beim Ausstanzvorgang durch den Außenmantel des in den Dom eintauchenden Gegenhalters gleichzeitig die Innenwandung des Doms kalibriert wird. Damit ergibt sich für den Gegenhalter eine multifunktionale Verwendung, der nämlich neben seinem eigentlichen Einsatzzweck, das Abstützen des Doms, weiterhin auch das Ausstanzen der Domkappe und das Kalibrieren des Doms gewährleistet, so daß nach dem Öffnen des Umform-Werkzeugs ein keinerlei Nach- bzw. Weiterbearbeitungen erforderndes Fertigstück vorliegt.

[0011] Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäß die dem Dom zugewandte Stirnfläche des Gegenhalters größer dimensioniert als der im wesentlichen horizontal verlaufende, ebene Abschnitt der Domkappe, gegen die die Stützfläche des Gegenhalters zur Anlage kommt, und mit einer von der Stützfläche beabstandeten, im Bereich des Übergangsradius von der Wandung des

Doms zu dem im wesentlichen horizontalen Abschnitt der Domkappe angeordneten, die Stützfläche umlaufend kragenartig einfassenden Schneidkante ausgebildet. Hiermit wird gewährleistet, daß während des Innenhochdruck-Umformens die Schneidkante des Gegenhalters mit Sicherheit nicht auf die Domkappe auftrifft und diese unerwünscht frühzeitig einschneidet, was zu Nachteilen für das Ausformen des Fertigstückes führen würde.

[0012] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der die Schneidkante aufweisende Gegenhalterkopf an seinem Außenumfang mit einer Kalibrierwulst versehen ist. Diese nach außen gewölbte Wulst ist so bemessen, daß sie beim Eintauchen in den Dom, nachdem dessen Kappe ausgestanzt worden ist, an der Trennkante aufgrund des Trennschnitts im Übergangsradius verbleibendes, überflüssiges Restmaterial nach außen stellt bzw. wegdrückt und somit für eine einheitliche Glättung der Innenwandung des Doms sorgt.

#### Ausführungsbeispiel

[0013] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung näher erläutert ist. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 als Einzelheit ein Umformwerkzeug einer weiter nicht gezeigten, als solche hinlänglich bekannten Innenhochdruck-Umformmaschine, im Längsschnitt dargestellt;

[0015] Fig. 2a, 2b als Einzelheit das vordere Ende eines Gegenhalters, im Teilschnitt dargestellt (Fig. 2a) und von der Stirnseite her gesehen (Fig. 2b); und

[0016] Fig. 3a, 3b, 3c als Einzelheit verschiedene Arbeitsstufen beim Ausbilden des Doms eines Rohrabchnitts, nämlich bei maximalem Fertigungs-Innendruck (Fig. 3a), dem Beginn des Ausstanzens der Domkappe (Fig. 3b) und dem Glätten der Dom-Innenwandung (Fig. 3c), im Teilschnitt schematisch dargestellt.

[0017] Die Fig. 1 zeigt einen in den Werkzeugteilen 1, 2, 3 eines Umformwerkzeuges 4 einer nicht dargestellten Umformmaschine nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem zwischen die Werkzeugteile 1 bis 3 eingelegten Rohrabchnitt hergestellten, im Ausführungsbeispiel T-förmigen Hohlkörper 5. Die während des Aufweitstauchens einerseits die offenen Enden des Rohrabchnitts verschließenden und andererseits das Material für den aufgehalsten Dom 6 nachdrückenden Umformstößel sind nicht dargestellt und lediglich durch die von ihnen aufgebrachte Axialkraft  $F_a$  gekennzeichnet; über zumindest einen der gegeneinander arbeitenden Umformstößel wird das Druckmittel in das Hohlkörperinnere 7 eingelegt. Unter dem somit herrschenden Innendruck  $P_{\text{ilmax}}$  (vgl. auch die nicht bezifferten Druckpfeile) wird der Dom 6 zwischen den beiden

Werkzeugteilen 2, 3 ausgebildet; das Aufhalsen des Doms 6 wird nach oben hin von einem Gegenhalter 8 begrenzt, der zwischen die Werkzeugteile 2, 3 eingreift und sich – den Dom 6 abstützend – gegen die Domkappe 9 legt.

[0018] Der Gegenhalter 8 weist – wie näher den Fig. 2a, 2b zu entnehmen ist – einen Kopf 10 auf, der an seinem Außenumfang mit einer Kalibrierwulst 11 und an seiner Stirnfläche 12 mit einer Schneidkante 13 ausgebildet ist, die die in Fig. 2b gestrichelt verdeutlichte aktive Stützfläche 14 umlaufend kragenartig einfaßt. Die aktive Stützfläche 14 bedeutet den Teil des Gegenhalterkopfes 10, der dem im wesentlichen horizontal verlaufenden, ebenen Abschnitt der Domkappe 9 anliegt.

[0019] Wie sich den einzelnen Betriebsphasen darstellenden Fig. 3a bis 3c entnehmen läßt, erfüllt der Gegenhalter während des Umformens des Rohrabchnitts zu dem T-förmigen, fertigen Hohlkörper 5 (vgl. Fig. 1) ausschließlich seine die Domkappe 9 mit der aktiven Stützfläche 14 abstützende Normalfunktion (vgl. Fig. 3a). Die Schneidkante 13 verläuft außerhalb, d.h. im Abstand neben der aktiven Stützfläche 14 oberhalb des sich unter dem maximalen Fertigungs-Innendruck  $P_{\text{ilmax}}$  zwischen der aufrechten Wandung des Doms 6 und der Domkappe 9 ausbildenden, nahezu viertelfreisförmigen Übergangsradius 15a. Die Schneidkante 13 kommt nicht in Kontakt mit dem aufgehalsten Material des Doms 6.

[0020] Sobald der Dom fertiggestellt ist (vgl. Fig. 1), wird der Innendruck gemäß Fig. 3b auf  $P_{i2}$  erhöht, wobei das Material des Doms 6 aus dem Übergangsradius 15a über die aktive Stützfläche 14 hinaus aufgeweitet wird und die Stirnfläche 12 des Gegenhalterkopfes 10 bis zu der die Stützfläche 14 kragenartig einfassenden Schneidkante 13 ausfüllt. Der Übergangsradius verkleinert sich gemäß Fig. 3b entsprechend zu dem Restradius 15b, und die Schneidkante 13 schneidet die Domkappe 9 ein. Mit dem Vorschub  $F_{\text{Stanz}}$  des Gegenhalters 8 wird die Domkappe 9 schließlich völlig durchtrennt; an dem fertigen Hohlkörper 5 verbleibt folglich nur noch der ausgestanzte, offene Dom 6. Im Zuge des weiteren Vorschubs des Gegenhalters 8 taucht dieser gemäß Fig. 3c in den Dom ein, wobei er mit seiner Kalibrierwulst 11 den nach dem Abtrennen von dem Restradius 15b verbleibenden, nach innen ragenden Überstand 16 (vgl. Fig. 3b) wegdrückt und die Innenwandung 17 des Doms 6 insgesamt glättet bzw. kalibriert. Das Kalibrieren geschieht weitestgehend ohne Druckverlust, d.h. der erhöhte Druck  $P_{i2}$  steht weiterhin an.

[0021] Durch die auf die Druckverhältnisse im Inneren des Hohlkörpers abgestimmte Gestaltung der Stirnseite des Gegenhalterkopfes 10 mit einer aktiven Stützfläche 14 und einer Schneidkante 13 ist es somit möglich, in einem Zuge nach dem Umformen anschließend sogleich die Domkappe 9 auszustanzen, und aufgrund der am Außenumfang des Gegenhalterkopfes 10 ausgebildeten Kalibrierwulst 11 läßt sich weiterhin sogleich auch die Innenwandung 17

des Doms 6 glätten, wobei aus dem Stanzvorgang verbleibende Überstände beseitigt werden.

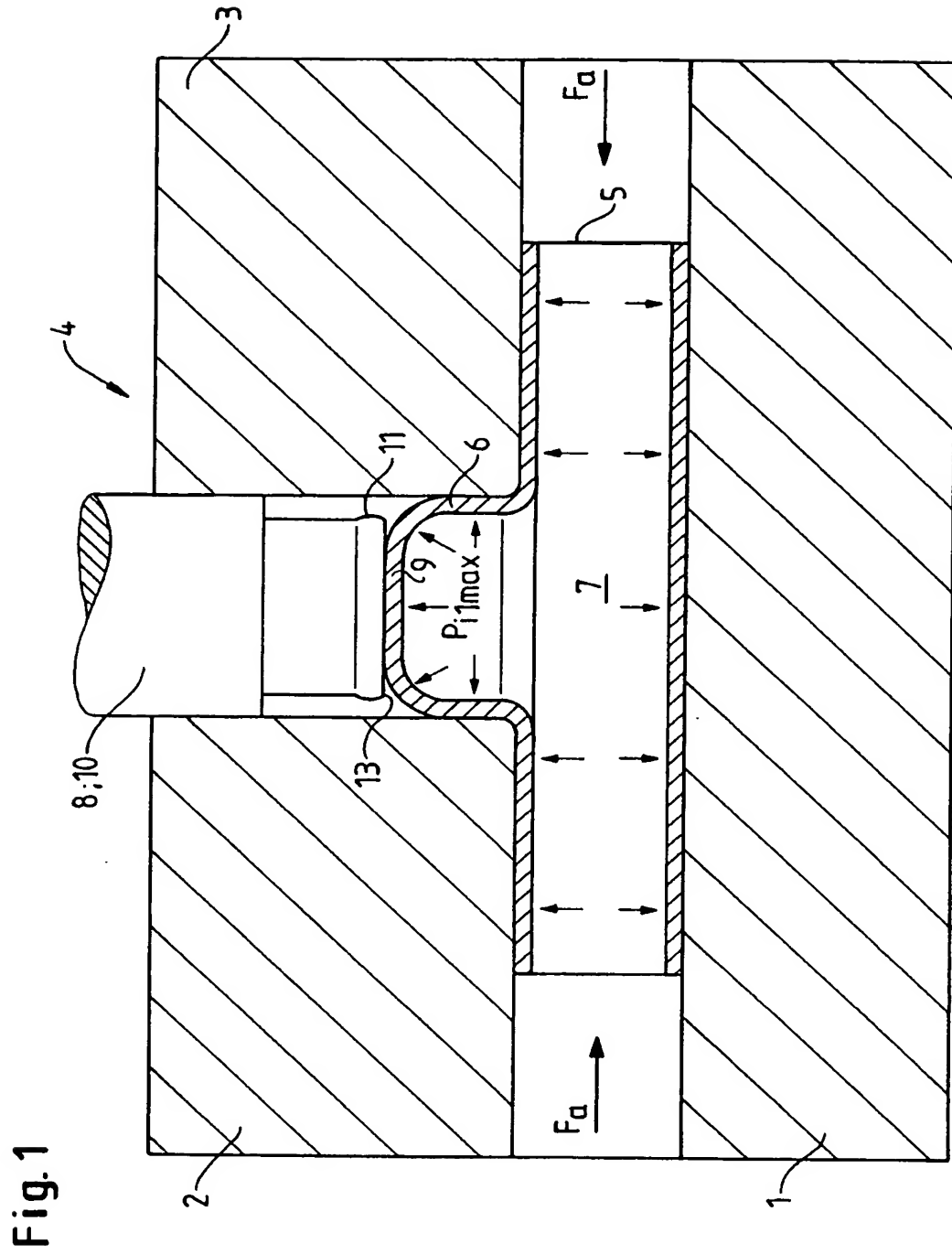
### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem metallischen Rohrabchnitt in einem Umformwerkzeug hergestellten T-förmigen bzw. mit mindestens einer domartigen, von einem Gegenhalter abgestützten Abzweigung versehenen Hohlkörpers, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch den Gegenhalter (8, 10) bei gegenüber dem maximalen Fertigungs-Innendruck ( $P_{\text{ilmax}}$ ) erhöhtem Innendruck ( $P_{i2}$ ) die Domkappe (9) ausgestanzt wird.

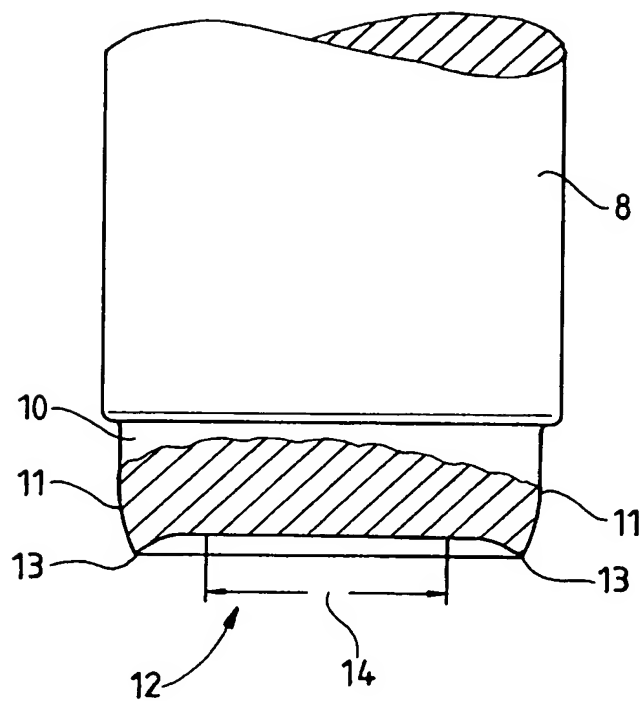
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausstanzvorgang durch den Außenmantel des in den Dom eintauchenden Gegenhalters (8, 10) gleichzeitig die Innenwandung (17) des Doms (6) kalibriert wird.

3. Vorrichtung zum Ausstanzen von nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellten Hohlkörpern gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, die in ihrem den umzuformenden Rohrabchnitt aufnehmenden mehrteiligen Werkzeug die stirnseitig offenen Enden des Rohrabchnitts dichtend abschließende Umformstößel und einen sich den in einen Hohlraum des Werkzeugs ausbauchenden Dom abstützenden Gegenhalter aufweist, wobei das die Umformung bewirkende Druckmittel über eine Innenbohrung zumindest eines Umformstößels in das Innere des Rohrabchnitts einströmt, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Dom (6) zugewandte Stirnfläche (12) des Gegenhalters (8) größer dimensioniert ist als der im wesentlichen horizontal verlaufende ebene Abschnitt der Domkappe (9), gegen die die Stützfläche (14) des Gegenhalters (8) zur Anlage kommt, und mit einer von der Stützfläche beanstandeten, im Bereich des Übergangsradius (15a) von der Wandung des Doms (6) zu dem im wesentlichen horizontalen Abschnitt der Domkappe (9) angeordneten, die Stützfläche (14) umlaufend kragenartig einfassenden Schneidkante (13) ausgebildet ist.

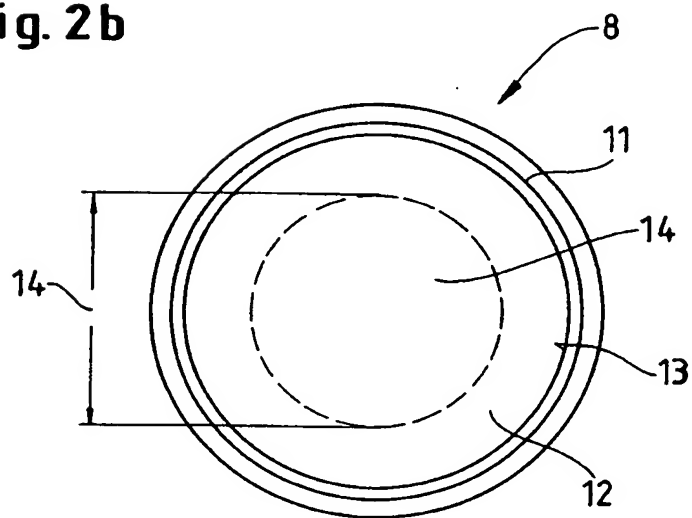
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



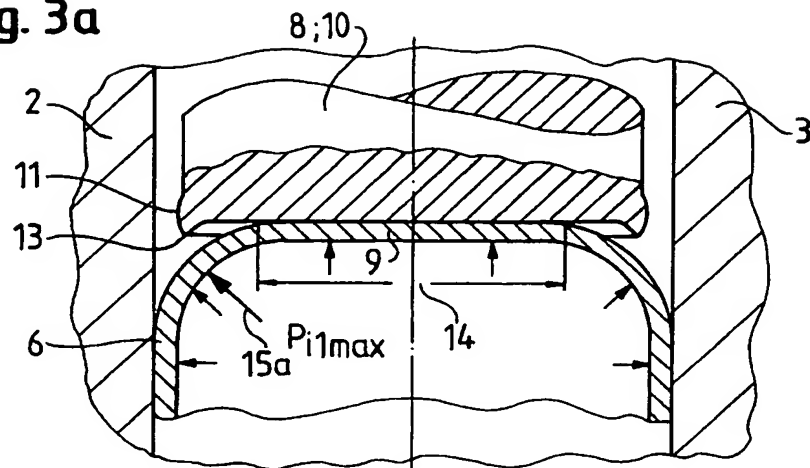
**Fig. 2a**



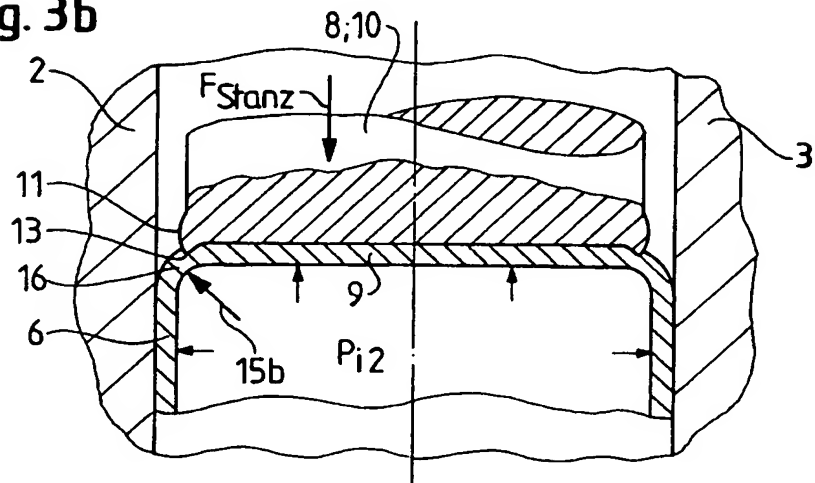
**Fig. 2b**



**Fig. 3a**



**Fig. 3b**



**Fig. 3c**

